

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



**Beneficios de la línea paterna Pietrain X Duroc para mejoramiento
de cruzas en México.**

POR

MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ CORONADO

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2021

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

Departamento de Nutrición Animal

**Beneficios de la línea paterna Pietrain x Duroc para mejoramiento de cruizas en
México**

MONOGRAFÍA

Presentada por

MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ CORONADO

y que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el título profesional de

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

Dr. Juan Antonio Núñez Colima
Presidente

Ing. Ernesto Torres García
Vocal

Dr. Juan Antonio Montelongo
Vocal

Dr. José Dueñez Alanís
Vocal suplente

Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Noviembre de 2021

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

Departamento de Nutrición animal

**Beneficios de la línea paterna Pietrain x Duroc para mejoramiento de cruzas en
México**

MONOGRAFÍA

Presentada por

MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ CORONADO

como requisito parcial para obtener el título profesional de

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

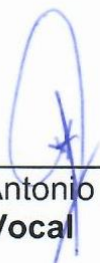
Fue dirigida por el siguiente comité:



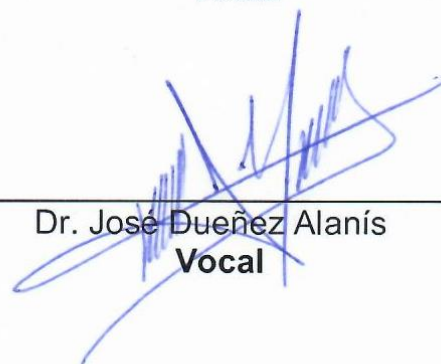
Dr. Juan Antonio Núñez Colima
Presidente



Ing. Ernesto Torres García
Vocal



Dr. Juan Antonio Montelongo
Vocal



Dr. José Dueñez Alanís
Vocal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2021

DEDICATORIAS

A mis padres

Oscar Hernández Álvarez y Magaly Belinda Coronado Rangel, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres

Gracias, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ellos, entre los que incluyo éste.

Al Ing. Torres García Ernesto y Al Dr. Juan Antonio Núñez Colima

Gracias por su orientación, conocimientos y atención a mis consultas, ya que formaron parte esencial para el desarrollo de este trabajo.

A mis amigos

Gracias a mis amigos foráneos, que siempre me han brindado un gran apoyo moral en los malos momentos.

A mi alma máter

Gracias por haberme permitido formarme en sus aulas, compartiendo ilusiones y anhelos, con constancia, dedicación y esfuerzo alcanzamos nuestros sueños.

¡Gracias!

CONTENIDO

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	I
CONTENIDO	II
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE ANEXOS	VI
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 GENERAL	4
3.2 ESPECÍFICOS	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS CERDOS	5
4.2 PORCICULTURA	5
4.3 HISTORIA DE LA PORCICULTURA	6
4.3.1 <i>Los cerdos asiáticos</i>	6
4.3.2 <i>Los cerdos europeos</i>	6
4.3.3 <i>Los cerdos mediterráneos</i>	7
4.4 LA PORCICULTURA EN LA ACTUALIDAD	8
4.5 PANORAMA MUNDIAL EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO	9
4.5.1 <i>Producción mundial de carne de cerdo</i>	9
4.5.2 <i>Consumo mundial de carne de cerdo</i>	10
4.6 PANORAMA NACIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO	10
4.6.1 <i>Zonas productoras en México</i>	10

4.6.2	<i>Producción de carne de cerdo en México</i>	12
4.6.3	<i>Consumo nacional de carne de cerdo</i>	14
4.7	PANORAMA DEL ESTADO DE COAHUILA EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO	15
4.8	RAZAS DE CERDOS EN EL MUNDO	16
4.8.1	<i>Razas naturales</i>	16
4.8.2	<i>Razas artificiales</i>	17
4.8.3	<i>Razas maternas y paternas</i>	17
4.9	RAZAS UTILIZADAS PARA LÍNEAS PATERNAS EN MÉXICO.	21
4.9.1	<i>Hampshire</i>	21
4.9.2	<i>Duroc</i>	22
4.9.3	<i>Pietrain</i>	23
4.10	CRUZAMIENTOS Y EL VIGOR HÍBRIDO	24
4.10.1	<i>Cruzamiento industrial o simple</i>	24
4.10.2	<i>Cruzamiento absorbente</i>	25
4.10.3	<i>Cruzamiento alternante o doble</i>	25
4.10.4	<i>Cruzamiento triple</i>	26
4.11	HETEROSIS (VIGOR HÍBRIDO)	26
4.11.1	<i>Heterosis Individual</i>	27
4.11.2	<i>Heterosis Materna</i>	27
4.11.3	<i>Heterosis Paterna</i>	27
4.12	CRUZAMIENTOS EN MÉXICO	27
4.13	LÍNEA PIETRAIN X DUROC	28
4.14	DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA PIETRAIN X DUROC	29
4.14.1	<i>Características físicas</i>	29
4.14.2	<i>Aptitudes zootécnicas</i>	29
4.14.3	<i>Progenie de la línea Pietrain x Duroc</i>	30
4.15	ACEPTACIÓN DE LA LÍNEA PIETRAIN X DUROC	31
4.16	CONSIDERACIÓN PARA ELECCIÓN DE VIENTRES	32
4.16.1	<i>Landrace</i>	32
4.16.2	<i>Large White o Yorkshire</i>	33
4.17	PROCESO DE INTRODUCCIÓN DE LA LÍNEA PIETRAIN X DUROC	34

4.17.1	<i>Inseminación artificial</i>	34
4.17.2	<i>Monta natural</i>	35
4.18	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DONDE SE UTILIZA ESTA LÍNEA	36
4.18.1	<i>Granja productora de pie de cría</i>	36
4.18.2	<i>Sistema de producción de ciclo completo</i>	37
4.18.3	<i>Modelo de integración porcina</i>	37
4.19	MANEJO DE SEMENTALES	38
4.19.1	<i>Instalaciones en el área de sementales</i>	38
	Alojamientos	38
	Suelo	39
	Temperatura	39
	Humedad	40
	Ventilación	40
	Gases	40
	Luz	40
4.19.2	<i>Alimentación</i>	40
4.19.3	<i>Condición corporal</i>	42
4.20	BIOSEGURIDAD Y SANIDAD	43
4.20.1	<i>Medicina preventiva</i>	44
4.20.2	<i>Enfermedades</i>	44
4.21	VIABILIDAD DE UTILIZAR LA LÍNEA GENÉTICA PIETRAIN X DUROC	46
5.	CONCLUSIÓN	47
6.	LITERATURA CITADA	48
7.	ANEXOS	54

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 4.3—1.	RAZA PORCINA RONGCHANG	6
FIGURA 4.3—2.	“VARKEN”. HANS VERHAGEN DER STOME, 1563. MUSEO DE BERLÍN	7
FIGURA 4.3—3.	RAZA NAPOLITANA	8
FIGURA 4.5—1.	PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARNE EN CANAL DE CERDO, 2010-2020	9

FIGURA 4.5—2. CONSUMO MUNDIAL DE CARNE DE CERDO EQUIVALENTE EN CANAL, 2010-2020 _____	10
FIGURA 4.6—1. CONSUMO PER CÁPITA DE CARNE EN MÉXICO, 2006-2020. _____	14
FIGURA 4.8—1. PIARA DE RAZA IBÉRICA _____	16
FIGURA 4.8—2. VERRACO DE RAZA LARGE WHITE _____	17
FIGURA 4.8—3. HEMBRA DE RAZA LANDRACE _____	18
FIGURA 4.8—4. VERRACO DE RAZA DUROC _____	18
FIGURA 4.8—5. VERRACO DE RAZA PIETRAIN _____	19
FIGURA 4.8—6. HEMBRA DE RAZA HAMPSHIRE _____	19
FIGURA 4.8—7. VERRACO DE RAZA BERKSHIRE _____	20
FIGURA 4.8—8. CERDO VIETNAMITA _____	20
FIGURA 4.10—1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CRUCE INDUSTRIAL ENTRE UN MACHO DUROC Y UNA HEMBRA YORKSHIRE _____	24
FIGURA 4.10—2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CRUCE ABSORBENTE DE UN MACHO HAMPSHIRE CON UNA HEMBRA CRIOLLA _____	25
FIGURA 4.10—3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CRUCE ALTERNANTE ENTRE LAS RAZAS DUROC Y HAMPSHIRE _____	25
FIGURA 4.10—4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UN CRUZAMIENTO TRIPLE _____	26
FIGURA 4.13—1. HÍBRIDO RESULTANTE DE LA CRUZA ENTRE LA RAZA DUROC Y PIETRAIN _____	28
FIGURA 4.14—1. VERRACO PIETRAIN X DUROC _____	29
FIGURA 4.17—1. MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL _____	35
FIGURA 4.17—2. MÉTODO DE MONTA NATURAL _____	36
FIGURA 4.19—1. ALOJAMIENTOS DE SEMENTALES _____	39
FIGURA 4.19—2. CONDICIÓN CORPORAL DEL SEMENTAL _____	43

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 4.6-1. PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE CARNE DE CERDO EN 2020 _____	12
TABLA 4.6-2. PRODUCCIÓN, PRECIO, VALOR, ANIMALES SACRIFICADOS Y PESO DE CARNE EN CANAL, DE LOS 10 ESTADOS MÁS IMPORTANTES DE MÉXICO _____	13

TABLA 4.7-1. PRODUCCIÓN, PRECIO, VALOR, ANIMALES SACRIFICADOS Y PESO DE CARNE DE CANAL DE CERDO DE LOS 6 MUNICIPIOS CON MAYOR PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO DE COAHUILA EN EL AÑO DE 2020 _____	15
TABLA 4.9-1. CARACTERÍSTICAS VARIAS DE LA RAZA HAMPSHIRE _____	21
TABLA 4.9-2. CARACTERÍSTICAS VARIAS DE LA RAZA DUROC _____	22
TABLA 4.9-3. CARACTERÍSTICAS VARIAS DE LA RAZA PIETRAIN _____	23
TABLA 4.14-1. COMPARACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LA LÍNEA PIETRAIN X DUROC VS PIETRAIN PURO _____	30
TABLA 4.16-1. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y CARNICAS DE LA RAZA LARGE WHITE__	33
TABLA 4.19-2. NUTRIMENTOS REQUERIDOS DE CERDOS (MACHOS) PARA REEMPLAZO CON ALIMENTACIÓN RESTRINGIDA _____	41
TABLA 4.19-3. PRECIOS EN ALIMENTOS BALANCEADOS DE LAS DIFERENTES ETAPAS FISIOLÓGICAS DE CERDOS EN LA LAGUNA _____	42
TABLA 4.20-1. PROGRAMA BASICO DE VACUNACIÓN Y DESPARASITACIÓN PARA VERRACOS	44
TABLA 4.21-1. 10% DE MEJORES MACHOS EN BASE A LA GMD 30-120 KG., TESTADOS EN EL NÚCLEO DE SELECCIÓN DE ESPAÑA EN 2018 _____	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. CURVAS DE CRECIMIENTO Y CONSUMO DE ALIMENTO PARA CERDOS PROGENIE DEL DUROC X PIETRAIN DESDE EL DESTETE HASTA LAS 28 SEMANAS DE EDAD.....	54
ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y CARNICAS DE LA RAZA LANDRACE.....	55
ANEXO 3. TIPOS DE SUELO PARA INSTALACIONES DE SEMENTALES	56

RESUMEN

La producción porcina en México, no se realiza con razas puras, sino que se lleva a cabo con cruces o también llamados híbridos, ya que las crías obtenidas del cruce (dos razas), presentarán cualidades más productivas, superiores a los padres, del mismo modo presentarán un mayor rendimiento, alta eficiencia alimenticia, una mayor producción de carne magra, un excelente libido, dócilidad, entre otras. Al momento de realizar estas cruces, las razas paternas, son las mas empleadas en la porcicultura comercial en México debido a sus aptitudes productivas de crecimiento y calidad de canal. La línea genética Pietran x Duroc, es un híbrido que combina los genes de dos razas paternas, convirtiendolo en un rematador excelente, adquiriendo las características de las dos razas de donde proviene; la rusticidad, velocidad de crecimiento, calidad de la carne del duroc, más la conformación del pietrain transmitiendo a su descendencia buena velocidad de crecimiento y conformación excelente para mercados exigentes y con buena ganancia diaria de peso. Es necesario aclarar que esta línea no se recomienda utilizar como raza pura, ya que esta solo es la base para empezar con el mejoramiento productivo y de la calidad del pie de cría, de ahí la importancia de realizar una adecuada selección genética de vientres para tener mayores posibilidades de éxito en la reproducción y cría de lechones. Esta línea genética es recomendable utilizarse en sistemas de producción de ciclo completo y/o modelos integrados, ya que gracias al rendimiento tan eficiente que posee nos permite cumplir con las exigencias del mercado, de ofrecer carne de la mejor calidad a menor costo de producción, generando una mayor utilidad al productor.

1. INTRODUCCIÓN

Los cerdos son animales omnívoros, fáciles de criar, precoces, de ciclo reproductivo no mayor a cuatro meses, se adaptan fácilmente a diferentes climas y ambientes, tienen una buena conversión alimenticia (micerditos, 2012), debido a estas características adaptativas, los convierte en una de las especies pecuarias producidas con mayor importancia y consumo alrededor del mundo (Acevedo, 2011). El cerdo es uno de los primeros animales utilizados por el ser humano, se tienen registros que los que iniciaron con la domesticación del cerdo y fueron pioneros de la porcicultura fueron los chinos hace 4,900 años, pero a pesar de que habían pueblos consumían esta carne, otros pueblos la consideraban indeseable (micerditos, 2012).

La porcicultura se entiende como toda aquella actividad que tenga que ver con la crianza, alimentación y comercialización de los cerdos (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015). El Instituto Nacional de la Economía Social (2018) menciona que después de la edad media se dividió a los cerdos en tres grandes grupos (asiáticos, europeos y mediterráneos).

Mencionando la importancia de la carne de cerdo, en México en el año de 2020, la carne de cerdo fue considerado el segundo cárnico más consumido en el país de México con 2.97 millones de toneladas (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, 2020), el consumo per cápita de carne de cerdo fue de 19.2 kilogramos el año pasado, por arriba de los 15.1 kilos de la proteína de res, y sólo por detrás de los 35 kilos relacionados a la carne de pollo (Consejo Mexicano de la Carne, 2021), mientras que en estado de Coahuila en el año de 2020 se produjeron un total de 7,503.66 toneladas en carne de canal, (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2020). En México, la producción porcina se lleva a cabo con cruza y no con razas puras, ya que las cruza tienen mayores índices productivos por un factor llamado vigor híbrido.

La línea Pietrain x Duroc es una línea genética que se utiliza desde los años 70-80s en distintas partes del mundo y año con año se sigue mejorando para obtener cada vez animales de mayor valor genético para aportar a todas las fases de producción (Pig Improvement Company, 2017). La línea Pietrain x Duroc, es un híbrido resultante de la cruce de ejemplares de la raza Duroc con ejemplares de la raza Pietrain con el propósito de aprovechar las cualidades paternas de ambas razas, tales como: una excelente conformación, piezas nobles y un gran desarrollo muscular son características que aporta la raza Pietrain, mientras que la rusticidad, conversión, resistencia y velocidad de crecimiento, son características aportadas por la raza Duroc (Ministerio de Medio Ambiente, medio Rural y Marino, s.f.)

2. JUSTIFICACIÓN

La línea paterna Pietrain x Duroc, es una de las más utilizadas en México como base para realizar cruces para el mejoramiento del pie de cría y mejorar la productividad en distintas granjas del país, desafortunadamente, la literatura que podemos encontrar en el área de machos reproductores porcinos, en México es escasa, ya que los porcicultores consideran que, al no ser tan importantes en el sistema de producción, no se les pone mucha atención en cuanto sus necesidades. En la actualidad en México, el uso del mejoramiento genético con sementales o inseminación artificial es aún desconocido en pequeños y medianos productores porque creen que es muy costoso, por lo anterior el objetivo del presente estudio es recopilar información básica y promoverla para que sea de utilidad para los pequeños productores.

3. OBJETIVOS

3.1 General

El objetivo de este trabajo es identificar las ventajas económicas y productivas que la línea genética Pietrain x Duroc aporta al sector pecuario de porcinos, utilizada en la zona noreste de México.

3.2 Específicos

3.2.1 Dar a conocer las ventajas de utilizar la línea paterna Pietrain x Duroc para el mejoramiento de pie de cría en los sistemas de producción porcina.

3.2.2 Informar los procesos de introducción de esta línea genética a los distintos sistemas de producción porcina, así como también explicar las ventajas y desventajas que conlleva cada proceso.

3.2.3 Presentar el manejo que se debe llevar a cabo en el área de sementales, de la misma forma, se describirán las instalaciones donde se hospedarán los sementales para una eficiente producción, así como también presentar los procesos de bioseguridad y sanidad.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Descripción de los cerdos

Los cerdos son animales omnívoros, fáciles de criar, precoces, de ciclo reproductivo no mayor a cuatro meses, se adaptan fácilmente a diferentes climas y ambientes, tienen una buena conversión alimenticia (micerditos, 2012), son muy prolíferos, ya que por lo general tienen dos partos al año y varias crías (promedio de 10 lechones) y requieren de poco espacio (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2020). Debido a las características y naturaleza adaptativas, los convierte en una de las especies pecuarias producidas con mayor importancia y consumo alrededor del mundo (Acevedo, 2011).

A continuación se presenta la taxonomía de los cerdos acorde a Hernández (2020):

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Artiodáctyla

Suborden: Suiforme o Suina

Familia: Suidae

Subfamilia: Suinae

Género: Sus

Especie: Sus scrofa

Subespecie: Sus domestica

4.2 Porcicultura

La porcicultura es toda actividad que se relaciona con la crianza, alimentación y comercialización de los cerdos (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015). El principal objetivo de la porcicultura es el de obtener la mayor ganancia de peso de los cerdos con un menor consumo de alimento y un periodo de engorda reducido (RazasPorcinas.com, s.f.), esto, debido a que en cualquier producción pecuaria la nutrición representa un 60-70 % de costos de producción (Núñez Torres, 2017).

4.3 Historia de la porcicultura

La domesticación del cerdo tuvo origen en China hace 4,900 años, es uno de los primeros animales utilizados por el ser humano, algunos pueblos consumían esta carne, mientras que otros la consideraban indeseable. Por otro lado, en Europa, se comenzó la domesticación del cerdo hace 1500 años a.c (micerditos, 2012).

El Instituto Nacional de la Economía Social (2018) menciona que después de la edad media se dividió a los cerdos en tres grandes grupos:

4.3.1 Los cerdos asiáticos

Las razas nativas porcinas de esta región son de aspecto muy diverso y esto se debe a sus múltiples orígenes, en el caso de las razas chinas (ver figura 4.3-1), poseen cuerpos cortos y gruesos, de extremidades pequeñas y desarrollo rápido, propio para la engorda. Estas características se deben a los miles de años que estos cerdos han habitado bajo sistemas de explotación muy intervenidos por la acción humana (Larson et al., 2010).

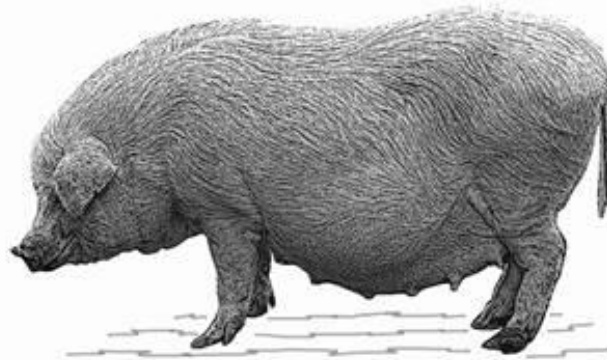


Figura 4.3—1. Raza porcina Rongchang (razasautoctonas.com, s.f).

4.3.2 Los cerdos europeos

En Europa, los cerdos encontraron dificultades para adaptarse a los crudos inviernos del norte, debido a esto, los ganaderos recurrieron al cruzamiento sistemático con el jabalí, logrando obtener unos cerdos con resistencia necesaria para soportar las bajas

temperaturas de la zona, pero que desafortunadamente no destacaban en sus parámetros productivos (Krause-Kyora et al., 2013).

Estos animales eran descritos por autores del siglo XVIII como cerdos primitivos con capa rojiza, velludos, de orejas levantadas, caras largas y afiladas, de perfil recto, y con abundante crinera dorsal (ver figura 4.3-2), que recuerda mucho al jabalí (razasautoctonas.com, s.f.)

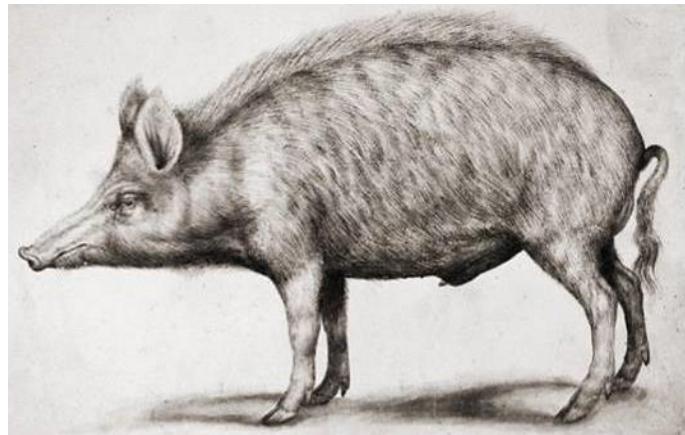


Figura 4.3—2. “Varken”. Hans Verhagen der Stome, 1563. Museo de Berlín (razasautoctonas.com, s.f.)

4.3.3 Los cerdos mediterráneos

El cerdo Mediterráneo es la forma intermedia de los cerdos asiáticos y europeos, este tipo de cerdo presenta una piel uniformemente pigmentada, con o sin pelo y éste de color negro o colorado (ver figura 4.3-3). El Imperio Romano fue el que impulsó y mejoró la producción del cerdo mediterráneo como respuesta a que necesitaban potenciar la producción agrícola y ganadera para asegurarse el suministro de alimentos (Sansón A., 1901).

Con respecto al jabalí, los cerdos mediterráneos eran más prolíficos, más precoces, poseían una mayor capacidad de asimilación de alimentos, poseían una tolerancia a los alimentos con menor valor nutritivo, tenían una mayor capacidad y rapidez de

engorde, mayor rendimiento en canal, etc., todo ello sin perder la rusticidad necesaria para su cría a campo manteniéndose de los recursos naturales (Davis, 1997).

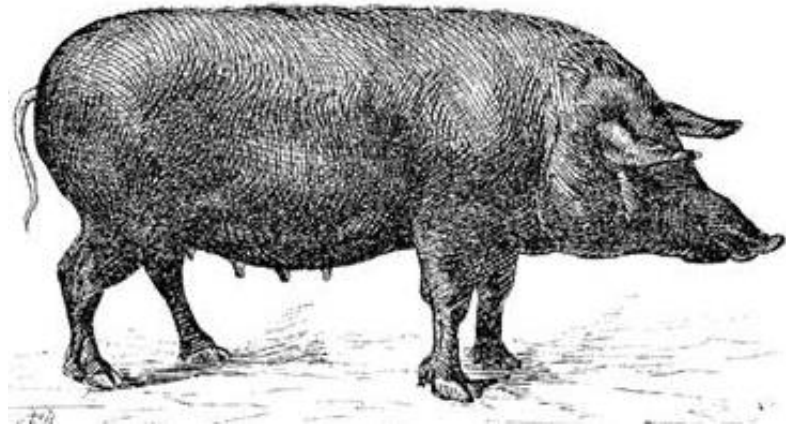


Figura 4.3—3. Raza Napolitana (razasautoctonas.com, s.f.).

Los cerdos Mediterráneos, fueron la especie con la que viajó Cristóbal Colón a Cuba en 1493, donde se expandieron a Colombia, Venezuela, Perú y Ecuador, no obstante, fue hasta el siguiente siglo que las especies de cerdos tanto asiática como europea llegaron a México con los españoles liderados por Hernán Cortés, y al reproducirse sin ningún tipo de control dieron origen a los cerdos criollos (Instituto nacional de la economía social, 2018).

4.4 La porcicultura en la actualidad

La carne de cerdo actualmente es una de las más consumidas en todo el mundo y de esta se obtienen muchos subproductos ya que del cerdo se ocupa prácticamente todo, carne, piel, sangre y huesos, y aunque la mayoría es para consumo humano, también se llega a utilizar en la medicina, pues la piel del cerdo se emplea en el tratamiento de quemaduras y en heridas de piel en los humanos, esto debido a que es muy semejante a la piel humana (Instituto nacional de la Economía Social, 2018).

4.5 Panorama mundial en la producción de carne de cerdo

4.5.1 Producción mundial de carne de cerdo

La producción mundial de carne de cerdo en 2019 se ubicó en 102.0 millones de toneladas, China fue el principal productor de carne de cerdo, participó con 41.7 % de la producción mundial en 2019. En 2019, los tres principales productores: China, Unión Europea y Estados Unidos, participaron en conjunto con 77.5 % de la producción mundial de carne de cerdo (Fideicomisos Instituidos En Relación con la Agricultura, 2020).

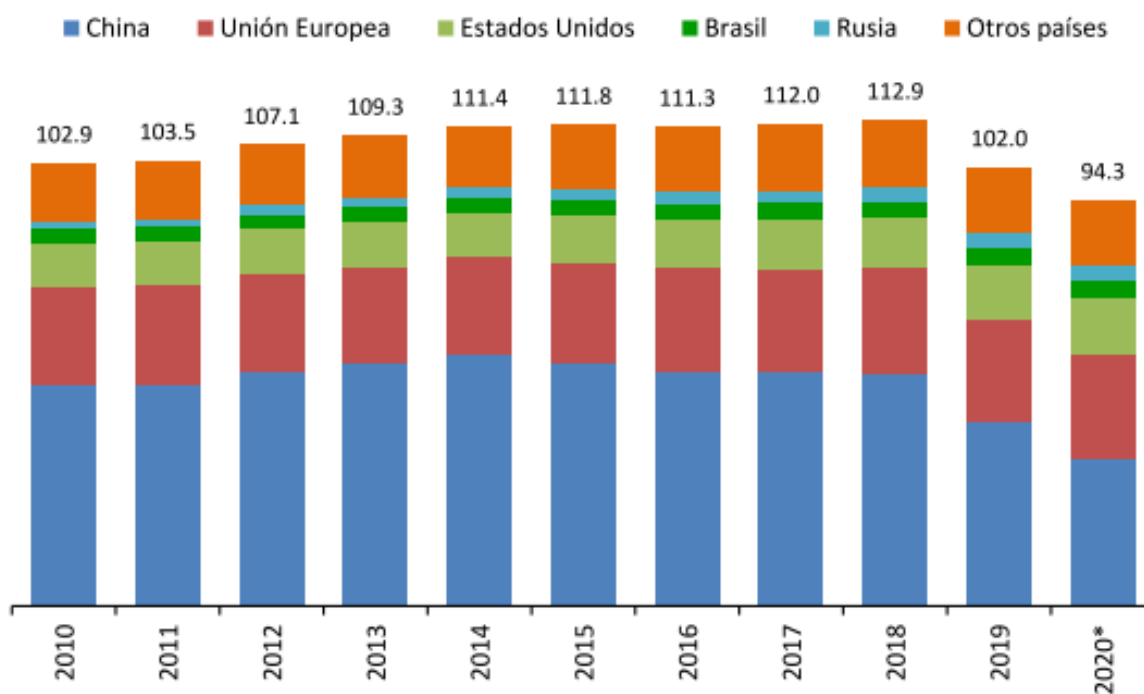


Figura 4.5—1. Producción mundial de carne en canal de cerdo, 2010-2020 (mdt) (Fideicomisos Instituidos En Relación con la Agricultura, 2020).

4.5.2 Consumo mundial de carne de cerdo

El consumo mundial de carne de cerdo en 2019 se ubicó en 100.9 millones de toneladas, los tres principales productores son también los más importantes consumidores: China, Unión Europea y Estados Unidos, de manera que en conjunto, participaron con 74.7 % del consumo mundial en 2019, con 44.5, 20.2 y 10.0 % del total, respectivamente (Fideicomisos Instituidos En Relación con la Agricultura, 2020).

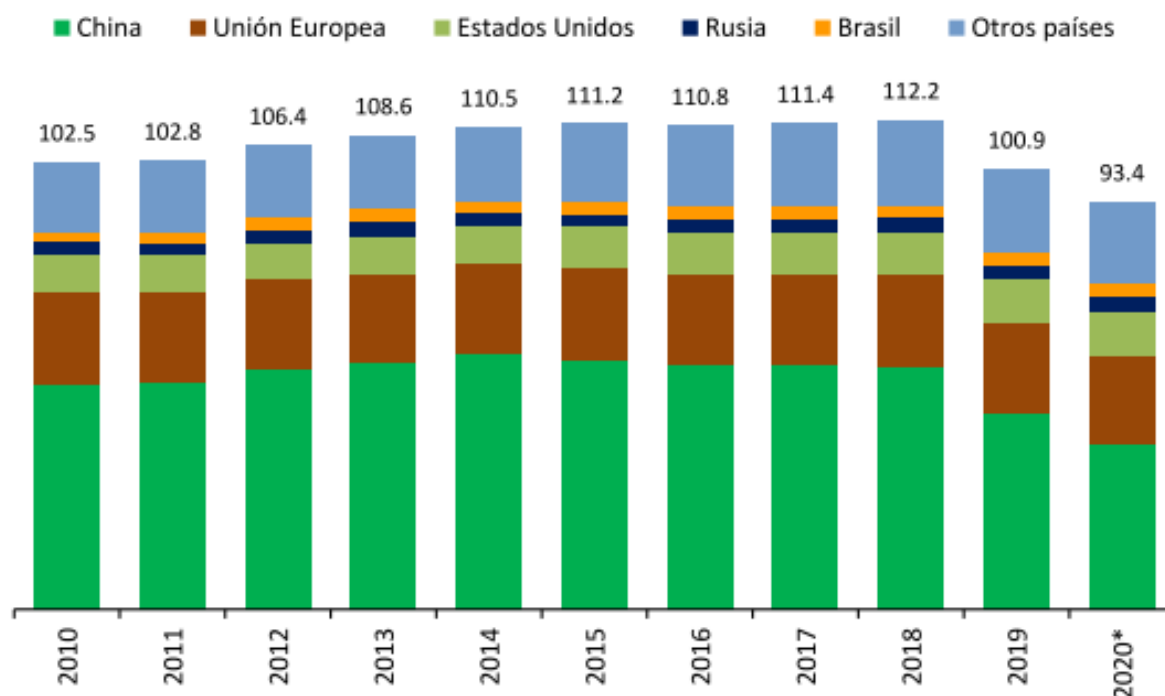


Figura 4.5—2. Consumo mundial de carne de cerdo equivalente en canal, 2010-2020 (mdt) (Fideicomisos Instituidos En Relación con la Agricultura, 2020).

4.6 Panorama nacional en la producción de carne de cerdo

4.6.1 Zonas productoras en México

Desde los años 70's los cerdos se han localizado en seis zonas productoras, a continuación, se presentan las zonas porciculturas de México de acuerdo a Trujillo Ortega & Martínez Gamba (s.f):

Zona del Noreste

Esta zona esta conformada por los estados de Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí, Zacatecas y Tamaulipas. En esta zona se tienen pocas granjas, las cuales tienen instalaciones propias para su clima el cual tiende hacer extremoso.

Zona del Noroeste

Esta zona esta conformada por los estados de Chihuahua, Sonora y Sinaloa. Esta zona se ha caracterizado por tener un rápido crecimiento, el cual se ha desarrollado de forma organizada, logrando permanecer libre de algunas enfermedades porcinas.

Zona Occidente

Esta zona esta conformada por los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Aguascalientes y es una de las primeras zonas productoras que se formaron, lo cual le ha provocado diversos problemas sanitarios.

Zona Central

Esta zona esta conformada por el Estado de México, CDMX, Morelos, Tlaxcala, Puebla y se caracteriza por ser una zona de porcicultura variada, que va desde tecnificada hasta traspatio.

Zona Sureste

Esta zona esta conformada por los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca y se pueden observar dos tipos de porcicultura muy diferentes una de la otra, como es que cuenta con granjas de baja producción, pero a su vez se ha desarrollado porcicultura tecnificada que mantiene estándares productivos a nivel internacional.

Zona Península de Yucatán

Esta zona esta conformada por los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche y es una zona que se ha desarrollado rápidamente con granjas de alto grado de tecnificación.

4.6.2 Producción de carne de cerdo en México

En el año de 2020, México ocupó la novena posición con un 1.4 % de la producción mundial de carne de cerdo, con una participación de 1,652,362.23 toneladas de carne en canal, donde Jalisco aportó un 22.30 % del valor de la producción nacional de carne en canal de cerdo (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2020). La producción de esta carne tiene una tendencia al alza, lo cual ha sido posible por la intensificación de la producción y el crecimiento de empresas exportadoras (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, 2020).

Tabla 4.6-1. Principales estados productores de carne de cerdo en 2020 (Consejo Mexicano de la Carne, 2021).

No.	Estado	Cantidad (Toneladas)	Participacion (% del total)
1	Jalisco	367,425	22.30 (%)
2	Sonora	315,620	19.10 (%)
3	Puebla	171,459	10.40 (%)
4	Veracruz	147,405	8.90 (%)
5	Yucatan	147,305	8.90 (%)
6	Guanajuato	127,308	7.70 (%)
7	Michoacan	48,603	2.90 (%)
8	Chiapas	29,469	1.80 (%)
9	Oaxaca	29,356	1.80 (%)
10	San Luis Potosi	27,075	1.60 (%)

El sector porcícola mexicano participó en las exportaciones de carne de cerdo en el año de 2019, con un total de 176 mil 840 toneladas, aunque las importaciones del país cifraron 887 mil 168 toneladas, esto quiere decir que en la actualidad, México importa mas de lo que exporta, ya que por cada tonelada que exporta el país, se importan casi 10 toneladas de diferentes países del mundo (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2020), en el año de 2020, el país compró del extranjero 910 mil toneladas y vendió 345 mil toneladas (Puga, 2021).

Tabla 4.6-2. Producción, precio, valor, animales sacrificados y peso de carne en canal, de los 10 estados más importantes de México según el Servicio de Información Alimentaria y Pesquera (2020).

Estado	Producción (toneladas)	Precio (pesos kg ⁻¹)	Valor de la Producción (miles de pesos)	Animales sacrificados (cabezas)	Peso de la canal
Jalisco	365,325.38	53.16	19,419,190.00	4,441,266	82.25 kg
Sonora	309,620	36	11,248,209	3,341,648	92 kg
Puebla	174,959	43	7,580,013	2,263,516	77 kg
Veracruz	148,404	45	6,694,787	1,941,946	76 kg
Yucatán	150,905	48	7,241,415	1,819,970	82 kg
Guanajuato	130,008.12	46.37	6,028,162.03	1,650,012	78.79 kg
Michoacán	48,602.69	44.55	2,165,381.48	621,730	78.17 kg
Chiapas	29,968.79	48.77	1,461,583.85	394,356	75.99 kg
Oaxaca	29,365.36	43.70	1,282,754.35	445,246	65.93 kg
San Luis Potosí	26,574.78	47.53	1,263,192.69	340,264	78.10 kg
Total	1,413,733.12	45.60	64,384,688.4	17,259,954	78.62

4.6.3 Consumo nacional de carne de cerdo

En el año de 2020, la carne de cerdo fue considerado el segundo cárnico más consumido en el país de México con 2.97 millones de toneladas (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, 2020), mientras que el consumo per cápita fue de 19.2 kilogramos, por arriba de los 15.1 kilos de la proteína de res, y sólo por detrás de los 35 kilos relacionados a la carne de pollo (Consejo Mexicano de la Carne, 2021). Entre algunos de los países consumidores, se presenta una tendencia al alza, destacando a México con un crecimiento promedio anual de 4.3 %, Vietnam con 3.2%, Brasil con 3.1%, Rusia con 2.9% y Corea del Sur con 2.8% (Puga, 2021). Éste incremento se debe principalmente a los precios accesibles de la carne, así como a la creciente confianza del consumidor por contar con la información sanitaria en los sistemas de producción, esto de acuerdo a los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (2016) (Hernández, 2020).

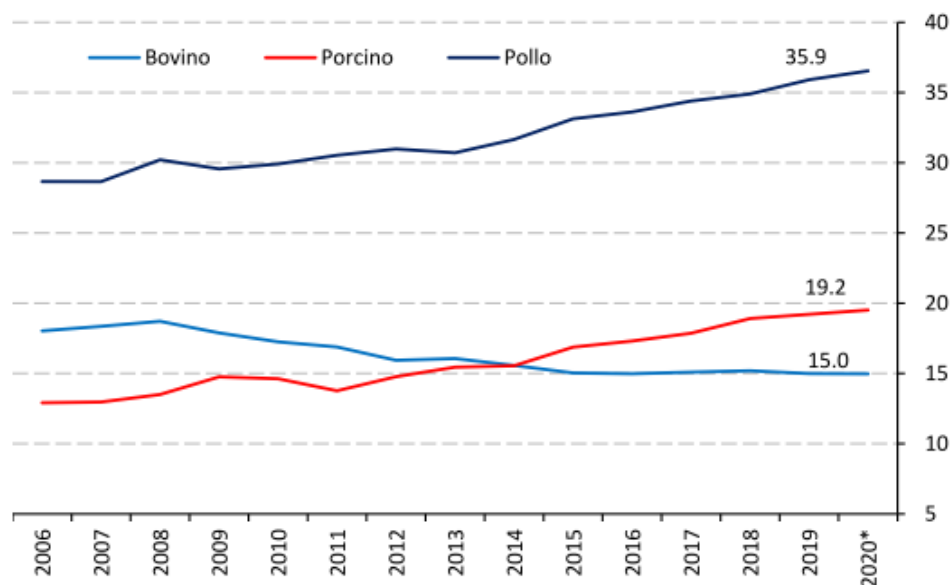


Figura 4.6—1. Consumo per cápita de carne en México, 2006-2020 (kilogramos por g/persona/año) (Servicio de información agroalimentaria y pesquera, 2020).

4.7 Panorama del estado de Coahuila en la producción de carne de cerdo

Coahuila aportó en el año de 2020 en la producción de carne de cerdo un total de 7,503.66 toneladas de carne en canal, (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2020). En el año de 2020, de acuerdo a la jurisdicción de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2020) en la región de Coahuila, se contó con un inventario de 85,196 cabezas de cerdos repartidas en instalaciones de traspatio y semiestabuladas.

No obstante que la actividad porcina no es de las más relevantes en la región, se tienen estándares de producción, manejo y bioseguridad que permiten que esta especie y actividad continúen estables (Rodríguez, 2018).

Tabla 4.7-1. Producción, precio, valor, animales sacrificados y peso de carne de canal de cerdo de los 6 municipios con mayor producción de carne de cerdo de Coahuila en el año de 2020 (Servicio de Información Alimentaria y Pesquera, 2020).

Municipio	Producción (toneladas)	Precio (pesos por kg)	Valor de la producción (mdp)	Animales sacrificados	Peso (kilogramos)
Viesca	3,831.89	48.24	195,333.32	68,793	84.17
Ramos Arizpe	688.16	38.95	26,801.38	8,163	84.30
Saltillo	250.97	38.86	9753.89	3,040	82.44
San Pedro	217.46	46.95	10,210.66	2,275	95.59
Francisco I. Madero	155.18	45.4	7,045.61	1,693	91.66
Arteaga	90.23	38.95	3,514.99	1,090	82.78
Total	5,233.89	42.89	252,659.85	85,054	86.82

4.8 Razas de cerdos en el mundo

Se define como raza, a el conjunto o grupo de individuos, que reúnen una serie de características semejantes y cuyo parecido entre sí, los diferencia de los demás pertenecientes a otros grupos de la misma especie y que al mismo tiempo son capaces de transmitir a su descendencia todos aquellos caracteres que les son propios (Cruz Chuquitarco, s.f.).

En la actualidad se reconocen más de 180 razas sintéticas de cerdos, provenientes de unas 90 razas naturales distribuidas en todo el mundo, los diferentes tipos de cerdos que podemos encontrar, reflejan el uso principal que les dio el ser humano con el paso del tiempo (La Porcicultura.com, 2018).

De éste modo, como clasificación inicial, podemos englobar las razas de cerdo en dos grandes grupos conforme a su origen de acuerdo varios autores:

4.8.1 Razas naturales

Las razas naturales o rústicas, son aquellas razas que se han desarrollado desde sus orígenes conforme al medio natural en el que viven, un buen ejemplo de éste tipo de raza sería la raza 100% ibérica (figura 4.8-1) (Domecq, 2016).



Figura 4.8—1. Piara de raza Ibérica (Enrique Tomás, s.f.).

4.8.2 Razas artificiales

Las razas artificiales son aquellas que el ser humano a creado a partir de razas anteriores, empleando variaciones o mutaciones convenientes y la influencia de otras razas, para desarrollar a cabo cruzamientos que se consideran convenientes (Botanical-online, 2020).

4.8.3 Razas maternas y paternas

A su vez, las razas de cerdos artificiales se agrupan en otros dos grupos, basándose en función de las características fundamentales de cada una de ellas, mientras que el fin productivo de las razas maternas es la producción de hembras comerciales, dada su aptitud reproductiva, sin menospreciar el aporte que producen a la descendencia en crecimiento y canales, las razas paternas se caracterizan por sus aspectos productivos de crecimiento y canales y se utilizan como verracos terminales (Cruz Chuquitarco, s.f.; Diaz M, 1965). En el mundo se encuentran repartidos centenares de razas, pero las más importantes de acuerdo varios autores son:

Large White o Yorkshire

Tiene muy buena habilidad materna, por lo que es muy empleada como línea materna, tiene una tasa de conversión alimenticia muy alta y da numerosos lechones por camada (Botanical-online, 2020).



Figura 4.8—2. Verraco de raza Large White (CIAP, s.f.).

Landrace

Raza blanca, de conformación alargada y magra con orejas colgantes y patas cortas, se caracteriza por ser muy dócil, muy prolífica, excelente productora de leche y ser excelentes madres, es por esto que se usa como línea materna (Botanical-online, 2020).



Figura 4.8—3. Hembra de raza Landrace (CIAP, s.f.).

Duroc

Raza rústica y adaptable, es una línea paterna, pero al ser prolífica y tener una buena habilidad materna, se puede utilizar como materna (Botanical-online, 2020). Se adapta a sistemas extensivos o como cruzamiento terminal en los sistemas intensivos (Campagna, s.f.)



Figura 4.8—4. Verraco de raza Duroc (CIAP, s.f.).

Pietrain

Raza poco prolífica, se utiliza como raza pura o en cruzamiento como línea paterna, tiene bajo crecimiento, pero produce carne magra muy sabrosa y da buenos jamones y lomos y es utilizada como línea paterna (Botanical-online, 2020). Es una raza muy sensible a las agresiones y propensa a la muerte súbita por estrés porcino, algunas líneas presentan distrofia muscular (Campagna, s.f.)



Figura 4.8—5. Verraco de raza Pietrain (CIAP, s.f.).

Hampshire

Raza rústica, muy parecida al duroc desde el punto de vista productivo, pero con carne mas magra, se recomienda utilizar esta raza como línea paterna debido a su poca prolificidad (Botanical-online, 2020). Se utiliza como raza pura o en cruzamiento, se adapta tanto a sistemas extensivos o como intensivos (Campagna, s.f.)



Figura 4.8—6. Hembra de raza Hampshire (CIAP, s.f.).

Berkshire

Raza de pelaje negro con algunas manchas blancas o moteados blancos, es muy precoz, pero tiene baja prolificidad., produce carne de excelente calidad y es utilizado como línea paterna, esta raza ha perdido popularidad debido a que estos cerdos producen mucha grasa dorsal en lugar de musculo, ocasionando rechazo por los consumidores ya que en estos días se prefiere la carne magra (Vazquez Artuna, 2016).



Figura 4.8—7. Verraco de raza Berkshire (Razasporcinas.com, 2020)

Cerdo Vietnamita

Actualmente, se están poniendo de moda tener cerdos mascota, por ello, hoy en día los cerdos vietnamitas viven en muchos hogares americanos y se han introducido también en Europa (Botanical-online, 2020).



Figura 4.8—8. Cerdo Vietnamita (Fueris, 2013).

4.9 Razas utilizadas para líneas paternas en México.

Las razas paternas, son las mas empleadas en la porcicultura comercial en México para realizar cruza debido a sus aptitudes productivas y son: Duroc, Hampshire y Pietrain, que se describen a continuación de acuerdo a varios autores:

4.9.1 Hampshire

Características físicas: su característica principal es el color negro, con una franja blanca que incluye las paletas, cruz y las extremidades anteriores, sus orejas son medianas erectas y tiene un perfil recto (Trujillo & Martínez s.f.).

Aptitudes zootécnicas: Raza generalmente utilizada como línea paterna, aportando una gran calidad de carne al producto final y siendo genéticamente muy resistentes al síndrome de estrés porcino (Asociación Nacional de Criadores de Ganado Porcino Selecto, 2011). Esta raza fue introducida desde Inglaterra a los Estados Unidos, donde se multiplicó y se fijó mejor los caracteres de rusticidad y adaptación (Castillo, 1984).

Tabla 4.9-1. Características varias de la raza Hampshire (Apizaco, s.f.):

Características productivas de la raza Hampshire	
Ganancia media diaria de los 20 a 90 Kg.	325 g/día
Índice de conversión 20-90 Kg. (kg/Kg)	3
Lechones vivos/parto	8-9
Lechones destetados/parto	De 7-8

Características cárnicas de la raza Hampshire	
Rendimiento de la canal a los 90 Kg	75 (%)
Longitud de la canal	96 cm
% piezas nobles	65 (%)
% estimado de magro en la canal	55 (%)

4.9.2 Duroc

Características Físicas: Su pelaje por lo general es rojo en todos sus tonos, es un animal que se adapta bien a las condiciones existentes sus orejas son cortas y erectas con la punta caída y tienen un perfil recto (Centro de Información de Actividades Porcinas, s.f.).

Aptitudes zootécnicas: Es una raza que se utiliza como base para actuar como finalizadora en los programas de hibridación, es menos utilizada como línea materna, ya que, aunque se le atribuye mayor resistencia, no supe las menores características maternas en comparación con otras razas (RAZASPORCINAS.COM, s.f.). La raza Duroc destaca por su rusticidad, fertilidad, rápido crecimiento, adaptabilidad y posee canales que tienden al engrasamiento utilizándose como raza paterna terminal (Cruz, s.f.).

Tabla 4.9-2. Características varias de la raza Duroc (Apizaco, s.f.):

Características productivas de la raza Duroc	
Ganancia media diaria de los 20 a 90 Kg.	695g/día
Índice de conversión 20-90 Kg. (kg/Kg)	3.1
Lechones vivos/parto	10-10.5
Lechones destetados/parto	De 8 a 10

Características cárnicas de la raza Duroc	
Rendimiento de la canal a los 90 Kg	74 (%)
Longitud de la canal	93.5 cm
% piezas nobles	61 (%)
% estimado de magro en la canal	52 (%)

4.9.3 Pietrain

Características Fenotípicas: su característica principal es su color gris y blanco moteado, tienen unas orejas medianas erectas y tienen un perfil recto (Trujillo & Martínez, s.f.).

Aptitudes zootécnicas: Esta raza es la que peores parámetros de crecimiento tiene, ya que presenta una velocidad de crecimiento, índices de conversión y reproducción bajos, también es la raza que presenta en mayores ocasiones carne PSE (Pálida, Suave, Exudativa) (Universo Porcino, s.f.), pero, la conformación excepcional del cerdo Pietrain lo convierte en el más indicado para cruces, cuyos productos ofrecen una canal muy mejorada sea cual sea la hembra, pues siempre resultará una mejora sustancial de la calidad de la canal, una mejor proporción en partes nobles y una mejor clasificación comercial, esta raza es la única que no produce grasa en su carne, por lo que la relación existente entre el peso del músculo y de la canal es la más alta (Sabor-Artesano, s.f.).

Tabla 4.9-3. Características varias de la raza Pietrain (Apizaco, s.f.):

Características productivas de la raza Pietrain	
Ganancia media diaria de los 20 a 90 Kg.	575g/día
Índice de conversión 20-90 Kg. (kg/Kg)	3.25
Lechones vivos/parto	9-9.5
Lechones destetados/parto	De 7-8

Características cárnicas de la raza Pietrain	
Rendimiento de la canal a los 90 Kg	77 (%)
Longitud de la canal	92 cm
(%) piezas nobles	68 (%)
(%) estimado de magro en la canal	60 (%)

4.10 Cruzamientos y el vigor híbrido

El cruzamiento consiste en la mezcla de organismos de la misma especie con diferente raza, la descendencia se denomina como mestizo o híbrido, la creación de estos híbridos está motivada dentro de la producción para la utilidad o el fin del cruzamiento, lo que tiene que ver con la selección de padres y madres con fines productivos (Centro de Información de Actividades Porcinas, s.f.).

A continuación, se mencionan los tipos de cruzamientos de acuerdo a Castillo (1984):

4.10.1 Cruzamiento industrial o simple

Éste cruzamiento se realiza por cruce entre dos razas puras diferentes, obteniendo animales mestizos (F1) que en la primera generación se los utiliza para engorde.

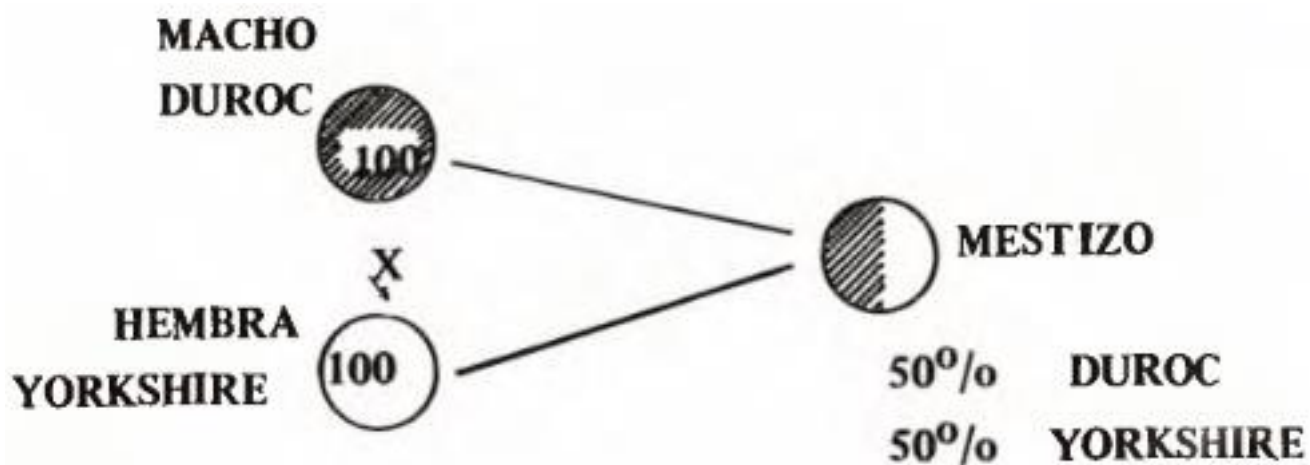


Figura 4.10—1. Representación gráfica del cruce industrial entre un macho Duroc y una hembra Yorkshire (Castillo, 1984).

4.10.2 Cruzamiento absorbente

Éste cruce se lleva a cabo con dos razas, pero de los meztizos obtenidos se escogen las mejores hembras para cruzarlas con la raza mejorante. Esta cruce se recomienda utilizar con hembras criollas de origen desconocido para cruzarlas con un macho puro y disminuir los defectos de la raza con malas características.

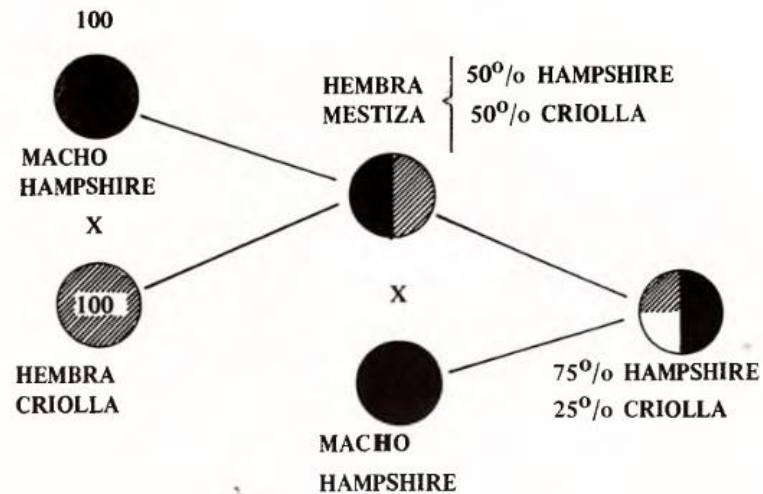


Figura 4.10—2. Representación gráfica del cruce absorbente de un macho Hampshire con una hembra criolla (Castillo, 1984).

4.10.3 Cruzamiento alternante o doble

Consiste en utilizar machos puros de dos razas, usándolos en forma alternada, a fin de no perder las características principales de las razas.

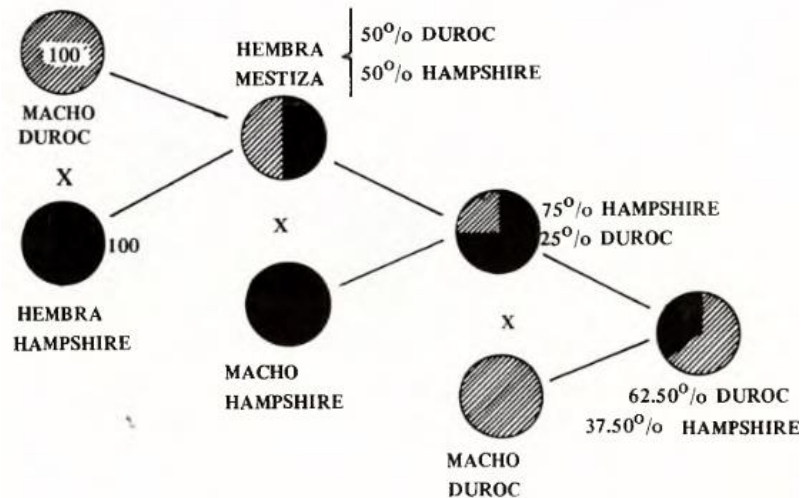


Figura 4.10—3. Representación gráfica del cruce alternante entre las razas Duroc y Hampshire (Castillo, 1984).

4.10.4 Cruzamiento triple

En éste cruzamiento se utilizan tres razas de forma alternada.

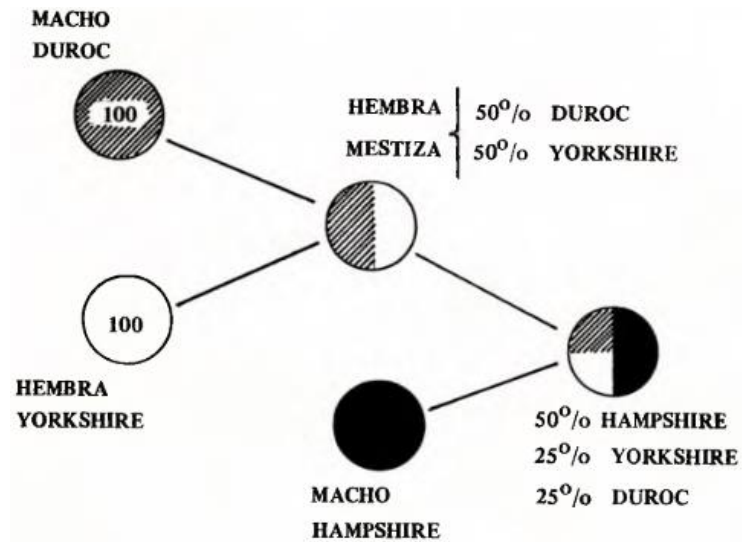


Figura 4.10—4. Representación gráfica de un cruzamiento triple (Castillo, 1984).

4.11 Heterosis (Vigor híbrido)

La heterosis o también llamado vigor híbrido, es un término que hace referencia a la posibilidad de obtener o producir crías con características genéticas superiores a la de los progenitores mediante la combinación de sus virtudes genéticas, entre más lejano sea el parentesco de las razas que se están utilizando para el cruce, mayor será el grado de vigor híbrido (CONtexto Ganadero, 2016). El vigor híbrido será más marcado en individuos producto del cruce de más de dos razas, por ello en la actualidad para fines comerciales los productores por lo general no utilizan como progenitores animales puros, en su lugar emplean tanto en hembras como en machos animales cruzados con mayor productividad y elevada eficiencia reproductiva (Vazquez, 2016).

La heterosis tiene tres componentes y se mencionan a continuación de acuerdo a Sánchez et al., (2016); Vazquez, (2016) :

4.11.1 Heterosis Individual

Es la diferencia en producción de los individuos cruza en relación a los individuos puros contemporáneos. En otras palabras, se refiere a que los hijos presentarán características productivas mayores que los progenitores.

4.11.2 Heterosis Materna

Tiene lugar cuando la madre es cruzada y se refiere a la diferencia en producción atribuible al uso de madres cruza (AB) en lugar de madres puras (AA o BB), éste tipo de heterosis se manifiesta en las hijas de madres cruzas en un mejor rendimiento de los lechones, un mejor ambiente prenatal, mayor habilidad materna, mayor tamaño de camada.

4.11.3 Heterosis Paterna

Tiene lugar cuando el padre es cruzado y se refiere a la ventaja que se obtiene al usar padres cruzas en lugar de padres de raza pura, éste tipo de heterosis se manifiesta en una mayor fertilidad, calidad de semen, libido, etc. que implicaría una mayor eficiencia reproductiva del sistema de cría que utiliza padres cruzas.

4.12 Cruzamientos en México

La producción de carne de cerdo en México no se realiza con animales de razas puras, sino con cruzas, ya que con los cruzamientos, la mayoría de las veces se logra elevar considerablemente los índices de producción. Esto es gracias al vigor híbrido, ya que las crías, obtenidas del cruce con más de dos razas, presentarán cualidades productivas, superiores a los padres, tales como un rendimiento de crecimiento rápido, alta eficiencia alimenticia, producción de carne magra, excelente libido, docilidad, entre otras (Castillo, 1984).

4.13 Línea Pietrain x Duroc

Es una línea que se utiliza desde los años 70-80s en distintas partes del mundo y año con año se sigue mejorando para obtener cada vez animales de mayor valor genético para aportar a todas las fases de producción (Pig Improvement Company, 2017), es un híbrido resultante de la cruce de ejemplares de la raza Duroc con ejemplares de la raza Pietrain con el propósito de aprovechar las cualidades paternas de ambas razas, tales como: una excelente conformación, piezas nobles y un gran desarrollo muscular son características que aporta la raza Pietrain, mientras que la rusticidad, conversión, resistencia y velocidad de crecimiento, son características aportadas por la raza Duroc (Ministerio de Medio Ambiente, medio Rural y Marino, s.f.).



Figura 4.13—1. Híbrido resultante de la cruce entre la raza Duroc y Pietrain (Pig Improvement Company, 2017).

4.14 Descripción de la línea Pietran x Duroc

4.14.1 Características físicas

Son ejemplares fuertes, musculosos, anchos, con muy buena estructura, buen desarrollo, cabeza pequeña, orejas grandes y caídas y con un perfil recto (PROSEMEN, s.f.), estos ejemplares pueden presentarse con o sin pelo, en caso de presentarse, el pelaje es de color rojizo, abundante y liso y presentan en su piel manchas de color negro y alguna vez rojas (Universidad Pública de Navarra, s.f.).

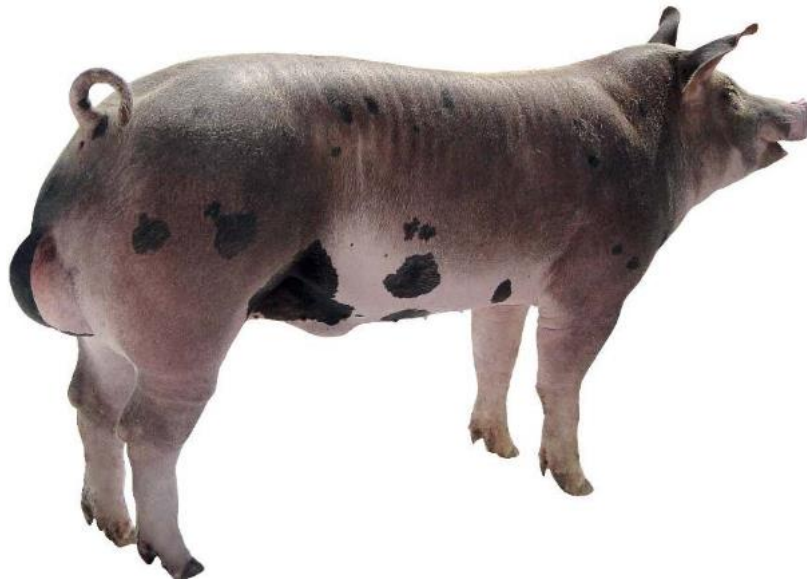


Figura 4.14—1. Verraco Pietrain x Duroc (Topigs Norsvin, 2017).

4.14.2 Aptitudes zootécnicas

Éste cruce entre duroc y pietrain lo convierte en un rematador excelente, adquiriendo las características de las dos razas de donde proviene, la rusticidad, velocidad de crecimiento calidad de la carne del duroc mas la conformación del pietrain transmitiendo a su descendencia buena velocidad de crecimiento y conformación excelente para mercados exigentes y con buena ganancia diaria de peso (PORCINA EL MILAGRO, s.f.).

4.14.3 Progenie de la línea Pietrain x Duroc

Los machos Pietrain x Duroc, son ejemplares muy bien conformados, ideales para llevar a su progenie hasta pesos elevados (+120 kg). Su progenie crece rápidamente con buena eficiencia alimenticia (Álvarez & Sáenz, 2019).

De acuerdo a varios autores, algunas de sus características son las siguientes:

Crecimiento: esta craza posee un crecimiento magro eficiente, posee altos valores en calidad de canal, excelente índice conversión y un excelente rendimiento a altos pesos (Álvarez & Sáenz, 2019).

Rentabilidad: gracias al rápido crecimiento que posee esta línea debido a su bajo índice de conversión, cumplen su peso a matadero entre 10 y 15 días antes que la raza Pietrain puro (Para referencia, véase la tabla 4.14-1), esto se logra porque esta línea crece alrededor de 40g/día más que las razas antes mencionadas y esto nos lleva a menos costos de producción y un mayor beneficio en sistemas Integrados (Pig Improvement Company España, s.f).

Tabla 4.14-1. Comparación de algunos parámetros productivos de la línea Pietrain x Duroc vs Pietrain puro (Álvarez & Sáenz, 2019).

Parámetro	Pietrain	Duroc x Pietrain
Peso inicial kg	26	25
Peso final kg	121	118
Conversión alimentaria	2.51	2.43
Ganancia media diaria g/día	814	857
Semanas en alimentación	17	16
Grasa dorsal mm	13.5	12.5

Rendimiento: En cuestión de rendimiento, podemos obtener una excelente uniformidad de la progenie y robustez, dando unas camadas de 9-10 lechones por parto y unos rendimientos excelentes de canal, lo cual indica que las canales de el Pietrain x Duroc, pueden llegar a ser igual de valiosas como las de la progenie de un Pietrain puro (Pig Improvement Company, 2017).

Las aptitudes zootécnicas que posee esta línea, permite cumplir con las exigencias del mercado de ofrecer carne de la mejor calidad a menor costo de producción, generando una mayor utilidad al productor (Pig Improvement Company, 2017). La uniformidad y robustez de las camadas, los porcentajes de magro eficientes y un alto porcentaje de canales de valor completo hacen que esta línea sea candidata para un mejor posicionado para cualquier sistema basado en eficiencia productiva y económica (porciNews, 2017).

(En el anexo N°1, se presenta una recopilación de algunos datos de crecimiento y consumo de alimento para cerdos progenie del Duroc X Pietrain desde el destete hasta las 28 semanas de edad como referencia).

4.15 Aceptación de la línea Pietrain x Duroc

Los porcicultores, optan por utilizar esta línea para el mejoramiento de su pie de cría, ya que como se mencionó anteriormente, permite cumplir con las exigencias del mercado de ofrecer carne de la mejor calidad a un menor costo de producción, generando una mayor utilidad al productor (PORCINA EL MILAGRO, s.f.), además de que en la zona noreste del país, se opta por utilizar esta línea ya que se adapta mejor a las condiciones climáticas de la zona, esto se debe a que posee un nivel de rusticidad mayor al de otras (característica aportada por la raza Duroc), demostrándonos que en zonas de la región noreste del país donde oscilan temperaturas máximas de 22°C y 32°C, la línea Pietrain x Duroc mantiene una buena capacidad de ingesta de alimento, incluso a temperaturas elevadas, manteniendo una eficiente producción de carne magra (Topigs Norsvin, 2017).

4.16 Consideración para elección de vientres

La cruce entre dos razas de carne daría crías de buena calidad y acortaría el tiempo de engorda para matadero, pero en su lugar, obtendríamos un número reducido de crías al parto y una disminución de estos al destete por las malas aptitudes maternas de la hembra y su baja prolificidad, mientras que por otro lado, una cruce entre dos razas maternas daría crías de baja calidad productiva y un período mayor de engorde (Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, s.f.). Poniéndonos en éste contexto, la línea Pietrain x Duroc, no se recomienda utilizar como raza pura, ya que esta solo es la base para empezar con el mejoramiento de la calidad de pie de cría, de ahí la importancia de escoger una raza materna que se adecúe a las necesidades del productor para tener mayores posibilidades de éxito en la reproducción y cría de lechones (Reyes, 2011).

Dicho esto, las razas maternas que se pueden utilizar para realizar cruzamiento con la línea paterna Pietrain x Duroc que encontramos en México se presentan a continuación:

4.16.1 Landrace

Aptitudes zootécnicas:

Es una raza materna, prolífica, con una buena conversión del alimento, de conformación alargada y magra con orejas colgantes y patas cortas, es muy dócil, lo que la hace una excelente madre (Botanical-online, 2020). Es utilizada en explotaciones intensivas y se debe tomar en cuenta que los rayos solares le producen lesiones en la piel, las hembras de esta raza poseen una excelente habilidad materna y un temperamento tranquilo, su prolificidad es buena, pero el número de crías nacidas vivas son menores a los de la raza Large White (Campagna, s.f.).

(En el anexo N° 2, se presenta una recopilación de las características tanto productivas como cárnicas de la raza Landrace).

4.16.2 Large White o Yorkshire

Aptitudes zootécnicas: Esta raza en Europa se llama Large White mientras que en EE.UU se la conoce como Yorkshire, éste último nombre es el que se adoptó en nuestro país (Reyes, 2011). Es una raza utilizada como línea materna, tanto como línea paterna, es considerada como una de las razas mas importantes dentro de la porcicultura, ya que las hembras son muy prolíficas, poseen una buena producción láctea para sus crías, son precoces, dóciles, excelentes madres, destetan camadas numerosas con buen peso, su carne es de muy buena calidad, gracias a una eficiente conversión alimenticia y es considerada la mejor de entre las razas mejoradoras porcinas (Castillo, 1984).

Tabla 4.16-1. Características productivas y carnicas de la raza Large White (Apizaco, s.f.).

Características productivas de la raza Large White	
Ganancia media diaria de los 20 a 90 Kg.	725g/día
Índice de conversión 20-90 Kg. (kg/Kg)	3
Lechones vivos/parto	10.5
Lechones destetados/parto	De 9 a 10

Características cárnicas de la raza Large White	
Rendimiento de la canal a los 90 Kg	75 (%)
Longitud de la canal	99 cm
% piezas nobles	62 (%)
% estimado de magro en la canal	52.5 (%)

4.17 Proceso de introducción de la línea Pietrain x Duroc

Hay que tener claro que el semen de la línea Pietrain x Duroc, se puede obtener en la misma granja o si no se puede adquirir de otras granjas que estén libres de enfermedades y problemas de tipo sanitario. En caso de adquirir dosis seminales en otra granja, comprarlas, al tratarse de un híbrido, el precio no es muy costoso y oscila entre los 160-300\$, otra manera es obtener mediante una granja de pie de cría, un semental que puede oscilar entre los \$13,000 con una edad de cinco meses, de aproximadamente 90 kilos (Datos proporcionados por PROSEMEN, s.f.), las dosis seminales se utilizan en programas de inseminación artificial y en caso de utilizar un semental, se realizan montas naturales o bien, si las instalaciones cuentan con laboratorio, se pueden preparar las dosis seminales de la extracción del eyaculado del verraco. Ambos métodos de monta natural e inseminación artificial presentan sus ventajas y desventajas y se pueden mencionar brevemente a continuación de acuerdo con varios autores:

4.17.1 Inseminación artificial

Ventajas de la inseminación artificial:

La inseminación artificial, pese a que posee una menor tasa de preñez que la monta natural (cerca al 70%), se ha transformado en los últimos años como un método que prefieren los porcicultores, debido a sus ventajas que esta conlleva, tales como el hecho de que no se requiere de la compra ni mantenimiento de machos reproductores y también que permite obtener mejoras genéticas específicas según objetivos, lo que a la larga impacta en los resultados económicos del porcicultor (Gutiérrez, 2014). Otros aspectos por tomar en cuenta de la inseminación artificial, es que obtenemos lotes de producción más homogéneos, hay menor riesgo de contagio de enfermedades y nos permite utilizar hembras de diferente peso (primerizas, por ejemplo) (Bravo, s.f.).

Desventajas de la inseminación artificial:

Por otro lado, la inseminación artificial puede traernos desventajas que van asociadas con el manejo y capacitación del personal, ya que de lo contrario, si no se detecta el celo en el tiempo correcto y preciso, se pierden días de gestación, ocasionando pérdidas económicas, además, el personal no calificado, puede lastimar a las hembras durante la inseminación si no se tiene un debido adiestramiento de la técnica y en el caso de los machos, pueden lastimar el pene del verraco al momento de hacer la extracción del semen (Marroquín, s.f.).



Figura 4.17—1. Método de inseminación artificial (radiolaprimerisima.com, s.f.)

4.17.2 Monta natural

Ventajas de la monta natural:

El método de reproducción por monta natural es utilizado mayoritariamente por pequeños productores de carne, este método posee una alta tasa de preñez, que puede llegar fácilmente al 90%. Otra ventaja, es que podemos pasear al semental por los corrales de las hembras en celo para que nos ayude a detectar que hembras están receptoras y cuales no están interesadas (Gutiérrez, 2014).

Desventajas de la monta natural:

Este método presenta una serie de desventajas respecto de la inseminación artificial, como aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades venéreas en la piara, disminuir la eficiencia del material de reproducción (poco aprovechamiento del verraco), ya que de un eyaculado se cubre solo una hembra, también se corre el riesgo de que el macho lastime a una hembra si son muy pequeñas o delgadas. Pero, pese a estas desventajas, los expertos aseguran que la monta natural aparece como una alternativa para la reproducción animal cuando los métodos de detección de celo de las cerdas han fracasado (Gutiérrez, 2014).



Figura 4.17—2. Método de monta natural (Calles García & Paz Flores, porcicultura.com, 2020)

4.18 Sistemas de producción donde se utiliza esta línea

La línea de PIETRAIN X DUROC es ideal para los siguientes sistemas o modelos de producción:

4.18.1 Granja productora de pie de cría

Estas granjas se dedican a la producción y mejora genética del ganado porcino para venderlos como vientres y sementales. Actualmente en México, el Pietrain X Duroc, es una de las líneas híbridas mas utilizadas en el país para el mejoramiento genético de las granjas de cientos de porcicultores del país, al ser barata la adquisición de genética

líquida y de sementales de pie de cría de estos ejemplares, hace que éste sistema rinda ganancias sin ningún problema, las áreas que conforman éste sistema son similares a la granja de ciclo completo (Trujillo Ortega & Martínez Gamba, s.f.).

4.18.2 Sistema de producción de ciclo completo

En estas instalaciones el objetivo es la de producir cerdos para el abasto para engorda, en donde en el mismo lugar se lleva a cabo todo el ciclo productivo y en donde el principal producto comercial son cerdos para mercado (González & Bauza R., 2009). Estos sistemas cuentan con hembras de reemplazo, hembras en gestación, hembras en lactación, hembras vacías, hembras de descarte, lechones lactantes, lechones en pre-engorda, lechones en levante y cerdos de engorde y, en su caso, con sementales para la producción de los lechones (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2018). Se tienen las mismas instalaciones y animales que la granja de cría y recría, y además cuenta con sus propios galpones para desarrollo y terminación (Universidad Nacional del Nordeste, s.f.), lo cual es la desventaja de éste sistema, ya que es que es muy caro llevarlo a cabo por requerir instalaciones para cada una de las etapas fisiológicas del cerdo (Padilla Pérez, 2007).

Las aptitudes zootécnicas que aportan la línea del Pietran x Duroc, hacen que implementarlos en éste sistema sea muy viable, pues al acortar el periodo de engorda, hará que el porcicultor logre maximizar sus ganancias.

4.18.3 Modelo de integración porcina

La integración es un modelo de negocio que consta de dos partes un integrador y un integrado, el integrador proporciona los animales, los medios de producción, mano de obra cualificada y los servicios que se pacten en el contrato, mientras que el integrado aporta las instalaciones y los demás bienes y servicios necesarios para la actividad, cuidado y mantenimiento del ganado (The Farm Revolution, s.f.).

El principal problema de éste modelo, es que la parte integrada pierde el control del negocio, renuncia a su capacidad de decisión en criterios de producción porcina y su

capacidad de negociación con la integradora es "muy poca" por lo que, si quiere trabajar para dicha firma tiene que acatar sus condiciones (García, 2020).

4.19 Manejo de sementales

4.19.1 Instalaciones en el área de sementales

El hecho de que el verraco será el animal con menor grasa dorsal dentro de la explotación y que además vivirá en solitario la mayor parte de su vida, se deberá de tomar en cuenta que esto podría generar problemas, esto hace que desde el comienzo de su vida como reproductor sea indispensable el control de factores ambientales para que no afecte en sus capacidades reproductivas y su genética se preserve en optimas condiciones (Paz Flores, 2020; Quintero Moreno, 2016).

En las instalaciones hay aspectos que se deben de tomar en cuenta, tales como las que se mencionan a continuación de acuerdo a varios autores:

Alojamientos

El alojamiento de un semental es de los factores importantes para su mantenimiento en condiciones óptimas, el alojamiento en cuadras debe ser individual y tener una superficie mínima de seis m² por verraco con la posibilidad de percibir los sonidos, olor y la interacción entre verracos (en caso de tener mas de un semental), lo cual se logra diseñando estructuras metálicas colocadas verticalmente, y una separación de 10 cm entre uno y otro, lo que permite una interacción mínima, sin riesgo de que se lesionen, pero propiciando un mejor lívido, y por ende una mejor disposición a la monta y/o capacidad al servicio (Paz Flores, 2020).

Es importante mencionar que los alojamientos del verraco deben de ser aislados de las cerdas, ya que de lo contrario podemos tener inconvenientes como la excitación permanente de los verracos y esto provocará que se masturben, acto que conlleva una menor producción de semen (Le Coz, 2006).



Figura 4.19—1. Alojamientos de sementales (Centro genético Porcino el Nogal, s.f.).

Suelo

El tipo de suelo puede ser totalmente enrejillado o de hormigón, en caso de ser piso de hormigón, éste debe tener una inclinación para evitar la acumulación de desechos y se debe colocar una cama de aserrín o paja para evitar problemas de aplomos (Pallás, s.f.). (En el anexo N°3, se presenta una tabla con los tipos de suelo utilizados en el área de sementales con sus ventajas y desventajas)

Temperatura

El hecho de que el semental posee menos grasa corporal, hace que tenga menos oportunidades de protección al estrés del frío, además de estar imposibilitado para regular su temperatura por conducción al no poder juntarse con otros animales (Paz Flores, 2020; Quintero Moreno, 2016). Los machos de más de 40 kg de peso son susceptibles a las altas temperaturas, para estos, se trata de mantener una temperatura de 18-22°C y no mayor a los 27 °C (Martínez, s.f.).

Humedad

El grado de humedad tiene una influencia directa sobre la eficacia reproductiva del verraco, recomendándose una humedad relativa del aire en torno al 50 – 75%. La falta de humedad potencia las alteraciones espermáticas debidas a las temperaturas altas (Martínez, s.f.).

Ventilación

Cada verraco necesita un caudal de aire, con ventilación forzada, de 100 m³ / hora como mínimo y 500 m³ / hora como máximo con una velocidad de aire a nivel de los animales de entre 0,2 y 0,7 m/s (Padilla, 2007).

Gases

Las concentraciones admisibles de gases en un centro de inseminación son 0,35 ppm para el CO₂, 0.01 para el amoniaco y 0,002 para el acido sulfídico (Padilla, 2007).

Luz

La calidad seminal no se ve afectada de forma significativa por el efecto de la luz, la duración óptima de luz debe de ser de 10 – 16 horas, pero, días más largos producen disminuciones en la capacidad fecundante y si mantenemos a los reproductores en una completa oscuridad se producen alteraciones considerables tanto cualitativas como cuantitativas (Pallás,s.f.).

4.19.2 Alimentación

La alimentación de los sementales en ocasiones es ignorada, ya que estos son alimentados con dietas de gestación porque se asume que se mantienen óptimos sin ningún problema mayor, la cantidad de alimento depende de la edad, el peso y la cantidad de trabajo que está haciendo el verraco (Graeme & Roese, 2014; Paz Flores, 2020).

La alimentación con pellets ha demostrado que aumenta la digestibilidad de los nutrientes y mejora la conversión alimenticia de 5% a 8% en cerdos, esto se debe a que se le atribuye la disminución de desperdicio de alimento, reducción de la selección, disminución de la segregación de ingredientes, menos tiempo y energía invertida en la prensión y mejora de la palatabilidad (Topigs Norsvin, 2017). Una mejor alimentación al semental optimiza la calidad y cantidad de semen y además puede estar mas tiempo de servicio útil para inseminar (García Castillo, 2013).

Tabla 4.19-1. Nutrimientos requeridos de cerdos (machos) para reemplazo con alimentación restringida (Garcia Castillo, 2013).

	Peso (kg) de: Sementales	
	en desarrollo	
Nivel de consumo	20-50	50-110
Concentración de energía (EM kcal/kg dieta)	3240	3255
Proteína cruda (%)	18	12
Kg. Alimento consumido	1.8	2.5
Nutrimientos (%)		
Lisina	0.90	0.75
Calcio	0.70	0.6
Fosforo total	0.6	0.5
Fosforo disponible	0.33	0.25

Tabla 4.19-2. Precios en alimentos balanceados de las diferentes etapas fisiológicas de cerdos en la Laguna (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, 2020).

Producto	Precio x saco (\$)	Kg x saco	Precio x Kg
Pre iniciador	\$590.00	40 kg	\$14.75
Iniciador	\$390.00	40 kg	\$9.75
Desarrollo	\$354.00	40 kg	\$8.85
Crecimiento	\$354.00	40 kg	\$8.85
Reproductores	\$345.00	40 kg	\$8.62

4.19.3 Condición corporal

La condición corporal es un aspecto que debe tomarse en cuenta, ya que si existe una sobrealimentación en los verracos ocasionaremos un sobrepeso, lo cual impactará drásticamente en la capacidad de monta y actividad (Graeme & Roese, 2014; Paz Flores, 2020). Dicho esto, para verificar que los machos dispongan de una buena condición corporal, podemos hacer uso de un método muy sencillo, el cual consiste en hacer presión con la palma de la mano cerca de la zona caudal, si la condición corporal es normal, no deberán verse las vertebras pero si deberán de sentirse (Pig Improvement Company 2017).

A continuación se muestran los niveles de condición corporal a evaluar en sementales, cabe mencionar que existen diferencias entre líneas genéticas, las cuales deben ser consideradas al momento de evaluar al macho, pero la estimación puede darse en base a puntuación que debería realizar siempre la misma persona (Pig Improvement Company, 2017):



Figura 4.19—2. Condición corporal del semental (Pig Improvement Company, 2017).

4.20 Bioseguridad y sanidad

La mayoría de los centros de sementales sirven a un gran número de cerdas/granjas; y las enfermedades transmitidas a través del semen pueden producir un significativo daño económico, es por esto, que es crucial proteger el estado sanitario del rebaño de sementales. La ubicación correcta, la cuarentena y el manejo del edificio pueden ayudar a reducir el riesgo de introducir patógenos al centro de sementales y a las granjas de cerdas de los clientes (Pig Improvement Company, 2017).

4.20.1 Medicina preventiva

En cualquier sistema de producción se debe implementar un programa de vacunación y desparasitación para poder prevenir enfermedades, evitar pérdidas económicas y bajar la mortalidad y morbilidad de los cerdos (Nogales et al., s.f.).

Tabla 4.20-1. Programa básico de vacunación y desparasitación para verracos (Nogales et al., s.f.).

Programa de vacunación y desparasitación básica para sementales				
VACUNACIÓN	Peste Porcina	Circovirus	Parvovirus, leptopirosis, erisipela	Mycoplasma
<u>Cada seis meses</u>				
DESPARASITACIÓN	Aplicación oral en polvo: Ivermectina y Flubenol			

Cabe mencionar que algunas vacunas pueden llegar a tener un efecto negativo en la calidad del semen, por lo que se deben de administrar lo más temprano posible para que el semental tenga tiempo de recuperarse antes de que empiece la recolección de semen, estos efectos negativos se pueden ver hasta ocho semanas después del tratamiento (Pig Improvement Company, 2017).

4.20.2 Enfermedades

Para reducir los riesgos de la propagación de patógenos nocivos hacia otras granjas, cada cierto tiempo se deben de realizar pruebas de diagnósticos de enfermedades a los sementales para llevar un monitoreo de su estado de salud. Se recomienda realizar estas pruebas cada ocho días al 10% del total de sementales (en caso de tener mas de uno) y cada tres a seis meses, se deben realizar al 100% de los sementales. Estas pruebas se realizan mediante la extracción de muestras de sangre y colecta de heces, en el cual se corrobora que efectivamente los sementales están libres de estas enfermedades.

Las dos enfermedades que mayormente producen un daño económico significativo y se deben tomar en cuenta son las siguientes:

PRRS: El síndrome reproductivo respiratorio porcino, es una enfermedad de origen viral que provoca fallas reproductivas severas en cerdas gestantes, pero en menor grado en la calidad del semen de verracos y además causa problemas respiratorios en cerdos de todas las edades. Esta enfermedad, asocia o incrementa la manifestación de otras enfermedades respiratorias. Para realizar el diagnóstico para esta enfermedad, se hace una colecta de sangre, para que, mediante el suero obtenido del sangrado, se pueda realizar una prueba con el método de ELISA, la cual consiste en medir o detectar los anticuerpos en la sangre y el método de PCR, el cual detecta un fragmento del material genético del virus (ZOETIS,s.f.).

PED: La diarrea epidémica porcina, es una enfermedad infecciosa causada por coronavirus. Provocan anorexia, vómitos y diarrea en cerdos de todas las edades, con una mortalidad claramente más elevada en lechones lactantes y destetados. Para asegurarnos de que el centro es libre de esta enfermedad, se realiza una colecta de heces en el 10% de los sementales disponibles cada ocho días y después de tres a seis meses se debe realizar en el 100% de los mismos (Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos A.C, s.f.).

4.21 Viabilidad de utilizar la línea genética Pietrain x Duroc

Para dar una idea del potencial genético actual de la línea Pietrain x Duroc, durante el año 2016, la compañía genética especializada en el mejoramiento de cerdos PIC (Pig Improvement Company), realizó un experimento donde se evaluó un grupo de sementales de esta línea, los resultados de la ganancia media diaria por animal en vida (de 30 a 130 kgs aproximadamente) del 10% mejor de la población fueron de una ganancia de 931 g/día con un índice de conversión de 1,64 (Pig Improvement Company, 2017).

En el año de 2018, otra empresa especializada en el mejoramiento de cerdos llamada Topigs Norsvin, realizó en España un experimento similar, los resultados de la ganancia media diaria por animal en vida (de 30 a 120 kgs) del 10% mejor de la población fueron de una ganancia de 1272 g/día con un índice de conversión de 1.74. A continuación se muestra una tabla con los resultados de dicho experimento:

Tabla 4.21-1. 10% de mejores machos en base a la GMD 30-120 kg., testados en el Núcleo de Selección de España en 2018 (Topigs Norsvin, 2018).

	TN TRAXX
Ganancia Media Diaria 30 – 120 kg, (g/d)	1,272
Consumo Medio Diario 30-120 kg, (g/d)	2,171
Índice de Conversión 30-120 kg (g/g)	1.74
Grasa Dorsal a 120 kg (mm)	7.6
(%) magro a 120 kg	68.6

5. CONCLUSIÓN

Con base a la literatura revisada, se puede concluir que la línea Pietrain x Duroc es una línea terminal que es adaptable a los distintos tipos de clima presentes en México. De igual manera, es necesario resaltar las características productivas y reproductivas de este híbrido, que hacen que en los distintos sistemas de producción donde se introduzca esta línea llevará consigo menos costos de producción y un mayor beneficio a los pequeños y medianos productores, por lo cual, estas características hacen que se pueda sugerir a los productores que sean poco tecnificados el uso de esta línea Pietrain x Duroc.

6. LITERATURA CITADA

- Acevedo, L. E. (2011, April 11). *Comportamiento de Cerdos: Sistemas de producción y su interacción con los nutrientes*. Artículos Técnicos de Porcicultura. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/comportamiento-cerdos-sistemas-produccion-t28746.htm>
- Álvarez, J. L., & Sáenz, H. (2019). *Influencia genética paterna en el crecimiento y desarrollo de cerdos cruzados LANDRACE – TOPIGS TEMPO vs LANDRACE – PIETRAIN*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Apizaco, M. V. (n.d.). *Los CERDOS más Famosos en México*. <http://herpre.com/blog/2017/12/20/las-razas-de-cerdos-mas-sobresalientes/>
- Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos A.C. (n.d.). *DIARREA EPIDEMICA PORCINA (PED)*.
- Asociación Nacional de Criadores de Ganado Porcino Selecto. (2011). *PROGRAMA DE MEJORA DE LAS RAZAS PORCINAS DUROC, HAMPSHIRE, LANDRACE, LARGE WHITE Y PIETRAIN*.
- Botanical-online. (2020). *RAZAS DE CERDOS DEL MUNDO*. <https://www.botanical-online.com/animales/cerdo-razas>
- Bravo, O. (2006). *La inseminación artificial en cerdos*.
- Calles García, M., & Paz Flores, C. A. (2020, June 23). *Selección y manejo del verraco*. <https://www.porcicultura.com/destacado/Seleccion-y-manejo-del-verraco>
- Campagna, D. (n.d.). *Razas Porcinas*. Retrieved September 19, 2021, from [http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/2-Razas-porcinas-CIAP\(1\).pdf](http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/2-Razas-porcinas-CIAP(1).pdf)
- Castillo, L. (1984). PRINCIPALES RAZAS PORCINAS Y CRUZAMIENTOS. In *Boletín Divulgativo No. 139 Estación experimental "Portoviejo."*
- Centro de Información de Actividades Porcinas. (n.d.). *Razas y cruzamientos*. Boletín Informativo. Retrieved September 20, 2021, from <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Razas-y-cruzamientos.pdf>
- Centro genético Porcino el Nogal. (n.d.). *Centro genético El Nogal*. <https://www.youtube.com/watch?v=hM61x9ufjBI>
- Consejo Mexicano de la Carne. (2021). *Compendio Estadístico 2021*. https://comecarne.org/wpcontent/uploads/2021/07/Compendio_Estadístico_2021_VF.pdf

- CONtexto Ganadero. (2016, December 21). *Vigor híbrido, un atributo de gran importancia en el ganado*. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/vigor-hibrido-un-atributo-de-gran-importancia-en-el-ganado>
- Cruz Chuquitarco, M. G. (n.d.). *Capítulo I. REPRODUCCIÓN PORCINA*.
- Davis, S. J. M. (1997). *La arqueología de los animales*. BELLATERRA.
- Díaz M, R. (1965). *Ganado Porcino* (pp. 52 – 84p).
- Domecq, J. P. (2016). *Razas del cerdo*. <https://www.jamonesjuanpedrodomecq.com/es/wikiberico/razas-del-cerdo>
- Enrique Tomás. (n.d.). *El Cerdo Ibérico*. Retrieved October 6, 2021, from <https://www.enriquetomas.com/es/blog/glosario/cerdo-iberico/>
- Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. (n.d.). *Razas porcinas*. Producción de Mamíferos Comerciales. http://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/mamif/siii11.htm
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2016). *Panorama Agroalimentario*. <https://www.gob.mx/fira/documentos/panorama-agroalimentario>
- Fideicomisos Instituidos En Relación con la Agricultura. (2020). *Panorama Agroalimentario- Carne de Cerdo 2020*. In *Panorama agroalimentario* (Vol. 1).
- Fueris, E. (2013, January 26). *El cerdo vietnamita: de mascota de moda al abandono*. <https://www.elmundo.es/elmundo/2013/01/26/baleares/1359197517.html>
- García, C. (2020). Un sistema muy español en el que el ganadero no tiene ganado. *HERALDO*. <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2020/01/20/un-sistema-muy-espanol-en-el-que-el-ganadero-no-tiene-ganado-1354304.html?autoref=true>
- García Castillo, R. F. (2013). *Nutrición y alimentación del cerdo* (Primera ed). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- González, A., & Bauza R. (2009). SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PORCINA EN URUGUAY. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 16. <https://www.researchgate.net/publication/265987450>
- Graeme, T., & Roese, G. (2014, April 11). *Manejo básico de cerdos: el verraco – 1 – selección*. Artículos. <https://www.elsitioporcino.com/articulos/2492/manejo-basico-de-cerdos-el-verraco-a-1-a-seleccion/>
- Gutiérrez, N. (2014, October 23). *Hablando de reproducción monta natural vs inseminación artificial (ventajas y desventajas)*. <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-ganaderoagricola-e-inocuidad/601>
- Hernández, I. C. (2020). Producción de cerdos (Lechones) en traspatio, razas: Pietrain,

- Landrace, Yorkshire y Trilinea. In *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*.
- Instituto Nacional de la Economía Social. (2018). *Porcicultura, una actividad milenaria*. <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/porcicultura-una-actividad-milenaria?idiom=es>
- Krause-Kyora, B., Makarewicz, C., Evin, A., Flink, L. G., Dobney, K., Larson, G., Hartz, S., Schreiber, S., von Carnap-Bornheim, C., von Wurmb-Schwark, N., & Nebel, A. (2013). Use of domesticated pigs by Mesolithic hunter-gatherers in northwestern Europe. *Nature Communications*, 4(1), 2348. <https://doi.org/10.1038/ncomms3348>
- La Porcicultura.com. (2018). *Razas porcinas*. <https://laporcicultura.com/razas-porcinas/>
- Larson, G., Liu, R., Zhao, X., Yuan, J., Fuller, D., Barton, L., Dobney, K., Fan, Q., Gu, Z., Liu, X.-H., Luo, Y., Lv, P., Andersson, L., & Li, N. (2010). Patterns of East Asian pig domestication, migration, and turnover revealed by modern and ancient DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(17), 7686–7691. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912264107>
- Le Coz, P. (2006). Alojamiento y alimentación del verraco. *3tres3.Com*. https://www.3tres3.com/articulos/alojamiento-y-alimentacion-del-verraco_4026/
- Marroquín, V. A. (n.d.). *MONTA NATURAL VS INSEMINACIÓN EN CERDOS*. Retrieved October 20, 2021, from <https://centralagricola.com/portfolio/monta-natural-vs-inseminacion-en-cerdos/>
- Martinez Gamba, R. (n.d.). *Cuidados ambientales para la crianza de cerdos*. Retrieved October 2, 2021, from <https://comecarne.org/cuidados-ambientales-para-la-crianza-de-cerdos/>
- micerditos. (2012, July). *HISTORIA DE LA PORCICULTURA | micerditos*. Historia de La Porcicultura. <https://micerditos.wordpress.com/historia-de-la-porcicultura/>
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (n.d.). *Raza porcina integrada en España: Pietrain*. Retrieved September 29, 2021, from https://www.infocarne.com/cerdo/raza_pietrain.htm
- Nogales, H., Noboa, G., Espín, D., Acosta, A., Orellana, J., Espinoza, E., Ramón, P., & Guevara, E. (n.d.). *VACUNACIÓN, DESPARASITACIÓN Y TRATAMIENTOS VETERINARIOS*.
- Núñez Torres, O. P. (2017). Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812017000200001
- Padilla Pérez, M. (2007, August 25). *Manual de porcicultura*.

- Pallás, R. T. (n.d.). *CONDICIONES AMBIENTALES E INSTALACIONES: INFLUENCIA SOBRE LA SALUD DEL VERRACO Y LA CALIDAD SEMINAL*.
- Paz Flores, C. A. (2020, June 23). *Selección y manejo del verraco*. <https://www.porcicultura.com/destacado/Seleccion-y-manejo-del-verraco>
- Pig Improvement Company. (2014). *Manual De Destete a Venta*. <http://picgena.staff.digital/uploads/recursos/manual-de-destete-venta-2019-compressed.pdf>
- Pig Improvement Company. (2017a). *MANUAL DE MANEJO PARA CENTROS DE SEMENTALES PIC*.
- Pig Improvement Company. (2017b). *PROGRESO GENÉTICO DE LA LÍNEA TERMINAL PIC337*. *PorciNews*. <https://porcino.info/download/Progreso-genetico-PIC.pdf>
- Pig Improvement Company España SA. (n.d.). *PIC@337*. Retrieved September 24, 2021, from https://www.3tres3.com/guia333/empresas/pig-improvement-company-espana-sa-pic/pic@337_115
- PORCINA EL MILAGRO. (n.d.). *Duroc con Pietrain* . Retrieved September 20, 2021, from <http://www.porcinamilagro.com/venta-de-reproductores/hibridos/duroc-con-pietrain>
- porciNews. (2017). *PROGRESO GENÉTICO DE LA LINEA TERMINAL PIC337*. <https://porcino.info/download/Progreso-genetico-PIC.pdf>
- PROSEMEN. (n.d.). *LINEA: PIETRAIN DUROC*. Retrieved September 24, 2021, from <https://prosemen.com.mx/producto/erp20-tepa-063-01/>
- Puga, T. (2021, July 22). *Carne de cerdo, con mayor alza de precio en 7 años; la de res anota récord de 6 años*. <https://www.eluniversal.com.mx/cartera/carne-de-cerdo-con-mayor-alza-de-precio-en-7-anos-la-de-res-anota-record-de-6-anos>
- Quintero Moreno, A. A. (2016). *Aspectos clave en la cría del verraco*. <https://www.portalveterinaria.com/articoli/articulos/13262/aspectos-clave-en-la-cria-del-verraco.html>
- radiolaprimerisima.com. (n.d.). *Impulsan programa de inseminación artificial en Jalapa* . Retrieved October 25, 2021, from <https://radiolaprimerisima.com/noticias-generales/generales/impulsan-programa-de-inseminacion-artificial-en-jalapa/>
- razasautoctonas.com. (n.d.-a). *El cerdo europeo de bosque*. Retrieved October 6, 2021, from <http://www.soscaballolosino.com/Entrada-razasautoctonas/Entrada-cerdos/Cerdoeuropeo.htm>
- razasautoctonas.com. (n.d.-b). *El cerdo mediterráneo* . Retrieved October 6, 2021, from

<http://www.soscaballolosino.com/Entrada-razasautoctonas/Entrada-cerdos/Cerdomediterraneo.htm>

razasautoctonas.com. (n.d.-c). *Los cerdos asiáticos*. Retrieved October 6, 2021, from <http://www.soscaballolosino.com/Entrada-razasautoctonas/Entrada-cerdos/CerdosAsia.htm>

Razasporcinas.com. (2020). *Raza Porcina y de Cerdo Large White*. Razas Porcinas. <https://razasporcinas.com/large-white/>

RazasPorcinas.com. (n.d.-a). *La alimentación durante la producción porcina y sus objetivos a cumplir*. Retrieved September 26, 2021, from <https://razasporcinas.com/la-alimentacion-durante-la-produccion-porcina-y-sus-objetivos-a-cumplir/>

RazasPorcinas.com. (n.d.-b). *Raza Duroc Jersey*. Retrieved September 19, 2021, from <https://razasporcinas.com/duroc-jersey/>

Reyes, B. C. (2011). *MANEJO DE LA MATERNIDAD, CRIANZA Y DESTETE DE UNA GRANJA PORCINA*. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.

Rodríguez, J. (2018, October 29). *Come Coahuila 320 toneladas de cerdo*. <https://www.pressreader.com/mexico/vanguardia/20181029/282372630608413>

Sabor-Artesano. (n.d.). *El cerdo Pietrain*. Retrieved September 23, 2021, from <https://sabor-artesano.com/es/content/37-el-cerdo-pietrain>

Sánchez, A. L. ;, López, R. ;, Espasandín, A. ;, Gimeno; Diego ;, & Urió, J. ; (2016). *Cruzamientos Curso Zootecnia*.

Sanson.A. (1901). *Traité de Zootechnie* (L. A. de la M. Rustique (ed.); Tomo V).

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020, May 31). *Carne de porcino, algo más que jamón y tocino*. <https://www.inforural.com.mx/carne-de-porcino-algo-mas-que-jamon-y-tocino/>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015, June 10). *¿Qué es la porcicultura?* . <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-la-porcicultura>

Servicio de información agroalimentaria y pesquera. (2020). *Panorama Agroalimentario 2020* (Vol. 148).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2018, December 18). *Tipos de granjas porcinas*. <https://www.gob.mx/siap/articulos/tipos-de-granjas-porcinas?idiom=es>

Servicio de Información Alimentaria y Pesquera. (2020). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. In *Gobierno de México*.

- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). *Anuario Estadístico de la Producción Ganadera*. https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/
- Sistema Nacional de Información de Mercados. (2020). *Precio de alimentos balanceados*. <http://www.economia.sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/SelAli.asp?>
- The Farm Revolution. (n.d.). *WEBINAR 'MODELO DE INTEGRACIÓN. COLABORACIÓN GANADERA'*. Retrieved September 30, 2021, from <https://thefarmrevolution.net/farm-of-ideas/webinar-modelo-de-integracion-colaboracion-ganadera/>
- Topigs Norsvin. (2017). *MANUAL TRAXX | Progenie Traxx*.
- Topigs Norsvin. (2018, October). *Ficha Técnica de TN TRAXX*. https://topignorsvin.es/tn-content/uploads/2020/03/TNTRAXX_20200330.pdf
- Trujillo Ortega, M. E., & Martínez Gamba, R. G. (2002). *UNIDAD 6 ZOOTECNIA DE PORCINOS*.
- Universidad Nacional del Nordeste. (n.d.). *Unidad 1: Sistemas de Producción porcina en la Republica Argentina*.
- Universidad Publica de Navarra. (n.d.). *Pietrain*. Retrieved September 29, 2021, from <http://www.unavarra.es/rmga/ppor/Comun/web razas/pietrain.htm>
- Universo Porcino. (n.d.). *Pietrain (suino)*. Retrieved September 23, 2021, from http://aacporcinos.com.ar/razas_porcinas/pietrain/
- Vazquez Artuna, J. A. (2016). *RESCATE DEL CERDO PELON MEXICANO*. Instituto Tecnológico de la Zona Maya.
- ZOETIS. (n.d.). *PRRS | Virus del síndrome reproductor y respiratorio porcino*. Principales Patologías Por Especie. Retrieved October 13, 2021, from <https://www.zoetis.es/conditions/porcino/prrs.aspx>

7. ANEXOS

Anexo 1. Curvas de crecimiento y consumo de alimento para cerdos progenie del Duroc X Pietrain desde el destete hasta las 28 semanas de edad (Pig Improvement Company, 2014).

Días/ Semanas	Peso (Kg)	Ganancia diaria Promedio (Kg)/ Dia	Consumo de alimento Semanal (Kg)	Ganancia diaria promedio Acumulada (kg)/Dia	Consumo de alimento acumulado (kg)	Conversión de alimento acumulado
28/4	6.6	0.16	1.20	0.16	1.20	1.06
35/5	8.6	0.29	2.41	0.23	3.61	1.14
42/6	11.3	0.39	3.49	0.28	7.11	1.21
49/7	14.5	0.45	4.40	0.32	11.51	1.27
56/8	18.8	0.62	6.33	0.38	17.83	1.33
63/9	23.6	0.69	7.57	0.43	25.41	1.40
70/10	28.6	0.71	8.39	0.47	33.80	1.46
77/11	34.1	0.78	9.90	0.51	43.70	1.53
84/12	39.9	0.83	11.32	0.54	55.02	1.60
91/13	46.0	0.88	12.67	0.58	67.70	1.67
98/14	52.4	0.91	13.93	0.61	81.63	1.74
105/15	59.0	0.94	15.08	0.64	96.71	1.81
112/16	65.7	0.96	16.10	0.66	112.82	1.87
119/17	72.5	0.97	17.00	0.69	129.82	1.94
126/18	79.3	0.98	17.78	0.70	147.60	2.00
133/19	86.2	0.98	18.45	0.72	166.05	2.06
140/20	93.0	0.98	19.01	0.74	185.06	2.11
147/21	99.8	0.97	19.49	0.75	204.56	2.17

Anexo 2. Características productivas y carnicas de la raza Landrace (Apizaco, s.f.)

Características productivas de la raza Landrace

Ganancia media diaria de los 20 a 90 Kg.	695g/día
Índice de conversión 20-90 Kg. (kg/Kg)	3.1
Lechones vivos/parto	10-10.5
Lechones destetados/parto	De 8 a 10

Características cárnicas de la raza Landrace

Rendimiento de la canal a los 90 Kg	74.5 (%)
Longitud de la canal	101 cm
% piezas nobles	62 (%)
% estimado de magro en la canal	53 (%)

Anexo 3. Tipos de suelo para instalaciones de sementales (Le Coz, 2006)

Tipo de suelo	Ventajas	Desventajas
Slat total de fundición	Suelos limpios y secos	Sin desgaste de las pezuñas y problemas de aplomos
Slat de varilla triangular	Suelos limpios	Suelo deslizante, sin desgaste de pezuñas
Slat de hormigón	Mejor higiene y disminuye problemas en aplomos	Limpieza de slat mas dificil
Suelo solido	Infraestructura barata	Suelo deslizante,y mucho más sucio
Cama	Confort	Necesidad de mano de obra importante para mantener un buen nivel de higiene salvo en cama de serrín acumulado



Slat de fundición



Slat de varilla metálica triangular



Slat de hormigón



Suelo de Cama